

Täckdikning på olika jordarter

- Utförande och kostnader

Tile drainage system on different soil types

- *Design and costs*

Johan Engvall & Henrik Pålsson



Täckdikning på olika jordarter

- Utförande och kostnader

Tile drainage on different soil types

- *Design and costs*

Johan Engvall & Henrik Pålsson

Handledare: Torsten Hörndahl, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Bitr. handledare: Tilla Larsson, Jordbruksverket

Examinator: Sven-Erik Svensson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

Kurskod: EX0619

Program/utbildning: Lantmästare – kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2018

Omslagsbild: Henrik Pålsson

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Dränering, täckdikning, systemtäckdikning, markförbättring.



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

Lantmästare-kandidatprogrammet är en treårig universitetsutbildning som omfattar 180 högskolepoäng. En av de obligatoriska delarna i programmet är att genomföra ett arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport samt ett seminarium. Detta arbete som är utförd under andra året kan exempelvis ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur som sedan analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara 6,5 veckors heltidsstudier (10 hp).

Vi är två lantmästarstudenter med ett stort intresse för växtodling och vill med detta arbete fördjupa våra kunskaper inom dränering. En bra dränering är en förutsättning för att kunna odla grödor på stora delar av Sveriges areal. Arbetet ska belysa vilka faktorer som spelar roll när en täckdikning ska etableras på olika jordarter och kostnader som följer.

Ett stort tack riktas till Tilla Larsson på Jordbruksverket som har gett oss värdefull litteratur. Vi vill även tacka Bo Åkesson, Tunbyholms gräv och schakt som har varit till stor hjälp under arbetet samt vår handledare Torsten Hörndahl för all hjälp.

Alnarp augusti 2018
Johan Engvall & Henrik Pålsson

Innehåll

Sammanfattning	- 5 -
Summary	- 6 -
Inledning.....	- 7 -
Bakgrund	- 7 -
Syfte och mål	- 7 -
Avgränsningar	- 7 -
Litteraturstudie	- 8 -
Dränering	- 8 -
Projektering av systemtäckdikning	- 10 -
Täckdikningsplan	- 10 -
Djup och avstånd mellan ledningar	- 10 -
Dimensionering av ledningar	- 11 -
Olika typer av ledningar.....	- 12 -
Maskinval vid täckdikning.....	- 12 -
Kringfyllnadsmaterial.....	- 13 -
Ytvattenintag	- 13 -
Reglerbar dränering.....	- 14 -
Problem som kan uppstå	- 14 -
Rost.....	- 14 -
Sättningar av ledning	- 15 -
Slammning	- 15 -
Material och metod.....	- 16 -
Resultat.....	- 19 -
Diskussion	- 21 -
Slutsats	- 22 -
Referenser	- 23 -
Bilagor.....	- 25 -
Bilaga 1	- 25 -
Bilaga 2	- 26 -
Bilaga 3	- 27 -

Sammanfattning

Täckdikningen är en förutsättning för att det ska kunna odlas på många marker i Sverige, men behovet varierar stort efter jordmån och vilken odling som skall bedrivas. Behovet av täckdikning av svensk åkermark är stort. I Sverige täckdikas det ungefär hälften av vad det bör göras årligen.

Intresset för att täckdika varierar över åren. Då det är högkonjunktur inom lantbruket med höga spannmålspriser ökar intresset för att täckdika. Vid låga spannmålspriser finns det inte lika stort utrymme och intresse att investera i en ny dränering.

Efter den blöta hösten 2017 har intresset för att täckdika ökat då det skapade stora problem med stående vatten på fälten efter de stora nederbörds mängderna. Ett höstbruk där många lantbrukare inte klarade av att etablera någon gröda har gjort att lantbrukare har börjat inse att sin dränering är i behov av att ersättas eller lagas.

Studien visar på vad det kan bli för utföranden och kostnad i kronor per hektar för täckdikning på olika jordarter. Studien har innefattat tre olika jordarter med olika dikesavstånd; 12, 16 och 20 meter. Arbetet visar även vilka avskrivningstider det går att räkna med vid de tre olika jordarterna.

Vår slutsats i denna studie är att:

- Jordarten har stor påverkan hur man projekterar ett system. Den mest avgörande faktorn är hur stor genomsläpplighet jorden har för vatten. Med en mer genomsläpplig jord desto större avstånd kan man ha mellan sugledningarna.
- Störst betydelse för hur mycket det kostar att dränera ett fält är vilket ledningsavstånd man väljer. Maskinvalet vid läggningen har ingen större betydelse, men valet av filtermaterial och hur mycket filter man lägger kan göra att kostnaden varierar.
- Enligt vår studie är ett 12 metersystem på styv lera betalt efter 30 år, ett 16 metersystem på lätt lera är betalt efter 19 år och ett 20 metersystem på finmo är betalt efter 14 år. Beräkningarna är gjorda efter ett antagande på en intäktsökning för skörden på 2100 kr/ha och år, efter att dräneringen genomförts.

Summary

The majority of the arable land in Sweden requires drainage, in fact about half of what should be done annually is covered. The drainage is a prerequisite for the tillage on many fields in Sweden, but the need varies greatly depending on the soil and what crop varieties there are.

Interest in the fact that the varieties vary over the years, as agriculture experiences a boom, there tends to be an increased interest in drainage. At low grain prices, there is less capacity and interest to invest in a new drainage.

After the wet autumn of 2017 there is an interest in increasing the coverage since it caused major problems with standing water in the fields following the heavy rainfall. An autumn where many farmers did not manage to plant a crop has caused farmers to start to realize that their drainage is in need of replacement or repair.

The study shows possible implementations and costs per hectare for covering on different soil types. The study has included three different soils with different pipe distance; 12, 16 and 20 meters. The work also shows which depreciation times can be counted on the three different systems.

Our conclusion in this study is:

- Soil types have a major influence on how to design a system. The most crucial factor is how much permeability the soil has for water. With a more permeable soil, the greater the distance you can put between the pipes.
- The greatest importance for how much it costs to drain a field is which pipe distance you choose. The choice of machines is of no significance, but the choice of filter material and how much filter is added can cause the cost to vary.
- By assuming a revenue increase of 2100 SEK per hectare and year, numbers and figures have been developed through our study. These calculations shows that a 12 meter system could be paid after 30 years, a 16 meter system after 19 years and finally a 20 meter system paid after 14 years.

Inledning

Behovet av nydränering eller omdränering är stort i Sverige. Enligt Grönvall (2016) har en fjärdedel av åkermarken en undermålig dränering. Lantbrukarna som tillfrågades ansåg att 80 % av arealen hade en tillfredsställande dränering och 47 % av arealen var systemtäckdikad. Den visade också att 12 % av åkermarken bör nytäckdikas och 12 % bör omtäckdikas. Av de tillfrågade företagen planeras dock bara 6 % av åkermarken att åtgärdas inom en period på 5 år. Första gången täckdikningens omfattning undersöktes var 1927. Då var 25 % av åkermarken täckdikad. Andelen åkermark som var systemtäckdikad 2016 var 41 % större än 1927.

Den systemtäckdikade arealen är 1,2 miljoner hektar. Vid en uppskattad livstid på 50–100 år på dräneringar bör 1–2 % av den täckdikade arealen nydräneras varje år. Det innebär att 12 000–24 000 hektar bör omdräneras varje år för att bibehålla nuvarande standard på dräneringsanläggningarna. Under andra halvan av 1980-talet täckdikades 14 800 hektar om året i Sverige. Statistik från Västra Götalands län och Värmland visar att arealen som täckdikas varje år sjönk kraftigt i början av 1990-talet. Den visar att 1800 hektar systemtäckdikades under 2010 i de två länen. Vid ett antagande att dessa två länen är representativa för hela Sverige skulle täckdikningen av den svenska arealen ha varit 6000–7000 hektar under 2010. Det motsvarar en halv procent av landets täckdikade areal (Larsson et al. 2013).

Bakgrund

Idén till arbetet kommer från ett stort intresse för växtodling och hållbarhet. För att Sveriges lantbruk ska fortsätta ha en god konkurrenskraft krävs det att vi tar hand om åkermarken på ett effektivt och hållbart sätt. En viktig faktor för att uppnå detta är att åkermarken har en bra dränering som minskar näringsläckage via urlakning och denitrifikation.

Syfte och mål

Syftet med projektet är att genom en studie visa vilken systemtäckdikningsmetod som passar bäst till en given jordart samt att få en större kunskap om hur täckdikning fungerar och vad som bör tänkas på vid täckdikning på olika jordarter.

Målet med projektet är att undersöka vilken metod på täckdikning som är mest lämplig för olika jordarter och hur täckdikningen bör projekteras. Studien kommer visa på vilka kostnader som följer olika utföranden på de olika jordarterna och vad som skiljer dem åt.

Frågeställningar:

- Vad bör man tänka på vid täckdikning på olika jordarter och vad behöver det tas extra hänsyn till?
- Vad styr kostnaden för täckdikning vid olika förhållanden?
- När är en systemtäckdikning betald?

Avgränsningar

- Det kommer inte att läggas någon vikt på underhåll av befintliga täckdikningssystem.
- Hänsyn till specialgrödor kommer inte att tas med i beräkningarna.
- Vi kommer använda samma maskin för genomförandet av täckdikningen på de olika jordarterna.

Litteraturstudie

Dränering

Vattnet i marken kan delas in i tre olika kategorier, dränerbart vatten, växttillgängligt och icke växttillgängligt vatten. Tillsammans bidrar detta till markens vattenkapacitet. Det vatten som inte är dränerbart från marken brukar man kalla för fältkapacitet. När fältkapaciteten är nådd är de grövre porerna i marken fyllda med luft medan de mindre porerna är fyllda med vatten, det vill säga att det dränerbara vattnet har runnit bort. Vid fältkapacitet består ungefär hälften av jordvolymen av jord och hälften av vatten. Fältkapacitet beräknas efter den totala mängden vatten minus det dränerbara vattnet som runnit bort med hjälp av tyngdkraften. (Eriksson et al. 2014).

Fältkapaciteten och vattenkapaciteten kan variera på samma jordarter. Det har att göra med i vilken aggregatstruktur jorden befinner sig i. En jord med en bättre struktur kan således ta emot större mängder vatten utan att bli vattenmättad. Vid optimala förhållanden kan jordvolymen anses bestå av 30–40 % vattenfyllda porer och 10–20 % luftfyllda porer. (Eriksson et al. 2014).

En stor del av åkermarken kräver en väl fungerande dränering för att kunna användas för jordbruksproduktion. Det finns marker som är självdränerande, men sedan finns det dem där det krävs att det finns en anlagd dränering för att kunna användas ordentligt för odling. Den mark som är självdränerande har en så pass god genomsläpplighet att det inte behöver läggas någon dränering för att kunna uppnå goda förutsättningar för växtodling. (Kvarnemo 1983).

Jordar med större porer har en större förmåga att dränera bort vatten. Detta har att göra med tyngdkraften och friktionskraften mellan kornen och vattnet. Ju större avstånd mellan kornen desto sämre är jorden på att hålla vatten. Detta gör att mängden dränerbart vatten är störst i de grovkorniga jordarna, alltså i sandiga och grusiga jordar. Minst mängd dränerbart vatten hittar man i lerjordar. (Eriksson et al. 2014).

I aggregatjordar fungerar det dränerbara vattnet i jorden som ett lösningsmedel för jordens aggregat. När partiklarna blivit blöta löses aggregatet upp och jordens fysikaliska förmåga blir instabil och känslig för markpackning. (Kvarnemo 1983).

Behovet av dränering varierar över året. Under vårbruket är behovet av en torr och tjälig markprofil relativt stort för att man ska klara bärigheten vid sådd utan att packa jorden. När man sedan kommit in i vegetationsperioden och rötterna börjar tränga allt längre ner i marken ökar behovet av dränering då det är viktigt att få ner syre djupt ner i marken till rötterna. Under höstbruket bör man ställa det största kravet på marken för att undvika markpackning vid skörd och etablering av ny gröda. När den nya grödan etablerats på hösten kan man tillåta vattennivån att stiga igen. För en välfungerande växtodling är det viktigt med en fungerande dränering. (Kvarnemo 1983).



Figur 1. Foto: Henrik Pålsson.

Figur 1 visar ett område som inte hann torka upp på våren. Med en täckdikning i väl fungerande skick öppnas möjligheter för en friare växtodling där det inte är dräneringen som påverkar valet av gröda utan vad som passar bäst in i växtföljden. Fälten torkar upp cirka 1–2 veckor tidigare på våren och på så vis kan vårbruket påbörjas tidigare. Detta ger grödan större förutsättningar till att utveckla ett djupare och mer omfattande rotsystem som tål en försommartorka bättre än en sent etablerad gröda med ett mindre rotsystem. En väl dränerad jord består av mer luftfyllda porer vilket främjar rotutvecklingen. Enligt Kvarnemo 1983 kan en skördeökning på uppemot 1000 kg spannmål per hektar uppmätas på en jord med bättre balans mellan luft och vatten i växternas rotzon. Med en kraftigare och mer konkurrenskraftig kulturgröda kan ogräsbekämpningen underlättas radikalt. En tidigt etablerad gröda ger möjlighet för skörden att påbörjas tidigare. Med en tidigare mognad blir skördefönstret större och man har större möjlighet att välja ett tillfälle då marken bär bra och på så vis minska markpackningen. Täckdikning medför även en jämnare mognad av grödan vilket bör medföra en lägre torkningskostnad för spannmål. Tidig skörd öppnar möjligheter att kunna etablera en höstgröda i tid som hinner växa till sig och ha en bättre förmåga att övervintra. (Kvarnemo 1983).

Stående vatten under vinterhalvåret kan medföra isbränna som får höstgrödor att utvintra. En blöt finmo eller mjåla kan utsättas för uppfrysning av tjälen. Det sker genom att jordskorpan lyfts när vattnet i marken fryser, vilket resulterar i att rötterna på grödan dras av. Att undvika en vattenmättad jordyta minskar även risken för ytavrinning av fosfor, vilket är viktigt i dagens fråga kring klimatet och övergödning av våra hav och sjöar. I en vattenmättad jord kan anaeroba miljöer uppstå. På grund av syrebrist kan nitratkvävet reduceras till kvävgas som avgår från marken, detta kallas för denitrifikation. (Eriksson et al. 2014).

Behovet av dränering kan skilja mycket beroende på hur fälten är utformade. Ett fält som ligger med sluttning kan ha ett mindre behov av täckdikning än ett fält som ligger plant. Hur man väljer att dimensionera täckdikningen beror även på hur stor mängd nederbörd man förväntar leda iväg och hur stor avdunstningen är. (Kvarnemo 1983).

En väl dränerad jord har en bra förmåga till att kunna utveckla bra markstruktur. Detta medför att man inte behöver ett lika stort dragkraftsbehov som i en jord med dålig struktur för att

åstadkomma ett bra såbruk på jorden. Antalet överfarter på marken minskas då jorden bildar finare aggregat av sig själv så att man inte behöver bearbeta jorden för att få bra såbruk. Den största effekten av att jorden reder sig bättre ser man tydligast på lerjordar då det ofta är svårt att få till en fin såbädd. (Bondevenne 2013).

På de jordar som inte är självdränerande är täckdikning den vanligaste förekommande åtgärden. Täckdikning innebär att man lägger ned rörledningar i marken för att leda bort vattnet. Ledningarna kan delas in i två olika typer; sugledningar och stamledningar. Sugledningarna är ledningar av mindre dimension som har till uppgift att samla upp vattnet ute i marken. Sugledningarna är påkopplade på grövre stamledningar som har till uppgift att samla ihop vatten från sugledningarna och föra det vidare till andra ledningar. (Grönvall 2016).

Täckdikningen kan delas in i två olika typer; behovsanpassad täckdikning och systemtäckdikning. Vid behovsanpassad täckdikning dräneras enstaka delar av fältet som betraktas som problemområden. Systemtäckdikning är när hela fältet täckdikas efter ett regelbundet mönster som täcker hela arealen. (Grönvall 2016).

Projektering av systemtäckdikning

Vid projektering för systemtäckdikning finns det en rad aspekter att ta hänsyn till. Det är viktigt att man vet vad det är för någon typ av jordart på fältet, då olika jordar har olika förmåga att släppa igenom dränerbart vatten. Hur fältets topografi är spelar stor roll för hur man kan projektera. (Kvarnemo 1983). Aspekter som årlig nederbördsmängd och avdunstning spelar roll för vilka dimensioner på ledningarna man väljer. Grundvattnets nivå har även den påverkan på vilket djup och avstånd man väljer att lägga dräneringsledningarna. (Bondevenne 2013).

Täckdikningsplan

Det första man gör i ett systemtäckdikningsprojekt är en täckdikningsplan. Fältets höjdskillnader mäts ut för att ge en bild över hur topografin ser ut. Hjälpmedel som laserutrustning och gps används. Med hjälp av en karta över fältet kan det sedan göras en plan över hur man skall lägga ledningar för att få ett lämpligt djup på ledningar med fall. Fallet skall lämpligen vara 2–10 promille det vill säga 2–10 millimeter per meter. Brunnar och olika kopplingar ritas ut på kartan och om man avser att lägga några grusfilter. Även befintligt system kartläggs för att koppla på stamledningen. Andra ledningar såsom el och gas kartläggs för att man skall kunna göra ett system där man slipper inkräkta på dessa ledningar. (Aalborg Nielsen 2015). Vid projektering bör man planera efter att enkelt kunna göra underhållsåtgärder om dräneringen har risk för att slamma igen eller om det finns risk för rostutfällningar. (Täckdikningsföreningen 2015).

Djup och avstånd mellan ledningar

Djupet på ledningarna kan variera stort beroende på hur fältet ser ut i terrängen. Som regel brukar man försöka lägga stamledningarna på ca 1,2 meters djup och sugledningarna på ca 1 meters djup. Det som avgör djupet för ledningarna styrs ofta av vilket djup utloppet på stamledningen kan läggas för vidare avrinning i bäckar eller andra större ledningar. Enligt försök så stiger avkastningen med ett ökat dikesdjup särskilt gällande höstsådda grödor. En ledning som ligger grundare än 1 meter ger ofta en snabbare upptorkning i ytan, men inte alls samma effekt längre ner i markprofilen. (Kvarnemo 1983). Vid dränering av jordar med en

hög grundvattennivå har dikesdjupet en stor betydelse, lägger man ledningarna under grundvattennivå kommer grundvattnet att fylla ledningarna, vilket betyder att vattnet kommer stå still i ledningarna. (Berglund, Håkansson & Eriksson 1975).

Med en avtagande genomsläpplighet i jorden får avståndet mellan sugledningarna allt mer betydelse. Avståndet mellan sugledningarna beror till största del av vad det är för jordart man har att arbeta med. I frågan om avstånd mellan ledningarna ställer specialgrödor och höstgrödor generellt ett högre krav på dikenas täthet. (Kvarnemo 1983). Som regel kan man säga att styva leror är de jordar som kräver tätast avstånd mellan sugledningarna. Där lägger man ofta ledningarna med ett avstånd på 12 till 14 meter, ibland ännu tätare. På jordar såsom lättleror med hög halt av finmo och mjåla som har flytjordsegenskaper, är risken stor för uppfrysning och skorpbildning. Detta gör att det kan vara motiverat att lägga dräneringen med ett tätare avstånd, förslagsvis 12 meter. Lättleror och högförmultnande torvjordar är lätt-dränerade och därför kan ett avstånd på 16 meter räcka. På rena mojordar fungerar avstånd mellan ledningar på uppemot 25 meter, då de har en god genomsläpplighet. (Kvarnemo 1983). Variationen i avstånd mellan ledningarna på grund av jordart gör att det kan gå åt mellan 400 och 1000 meter ledning per hektar. (Larsson et al. 2013).

Växtföljden har stor betydelse för ledningsavståndet. Allmänt kan det sägas att odling av specialgrödor t.ex. potatis och morötter ställer ett högre krav på avståndet mellan sugledningarna då dessa odlingar medför många tunga transporter som kan orsaka markpackning. Om det förekommer mycket vallodling i växtföljden kan dikesavståndet ökas då vallen har en förmåga att bilda en bättre struktur som gör jorden mer genomsläpplig. (Kvarnemo 1983). En jord som får spricka upp under upptorkning eller tjäle ökar genomsläppligheten och kan bättre leda vatten till dräneringsledning som ligger på större avstånd. Detta förklarar varför man längre norrut i Sverige lägger dräneringen glesare än man gör i Skåne, då man har större chans till att få en djup tjäle längre upp i Sverige. (Larsson et al. 2013).

Dimensionering av ledningar

Vid anläggning av ett nytt täckdikningssystem är det viktigt att dimensionera efter de nederbördsmängder man väntas få. Som regel brukar man dimensionera för att kunna leda bort 1–2 liter per sekund och hektar. Vid dimensionering av dränering kan man acceptera en hög vattennivå under kortare tid. Det vill säga att den översta delen av jordprofilen är vattenmättad under en dag vid stora nederbördsmängder, men stående vatten under längre tid kan ge stora skador på grödan. En tumregel kan vara att vattnet från de översta 3–4 decimetrarna ska dräneras bort inom 1–3 dygn. (Jordbruksverket 1996).

Ledningens lutning har stor betydelse för vattenflödet som kan passera genom ledningen. Strömningsmotståndet kan skilja från olika typer av ledningar. Som regel brukar man lägga en minsta dimension på ledningen på 50 mm innerdiameter, men är det en jord som är slammingsbenägen eller med risk för rost bör man lägga grövre ledning. Ledningar brukar anges med både ytter- och innerdiameter. Ett exempel på det är en 58/50 ledning där ledningens ytterdiameter är 58 mm och innerdiameter 50 mm. (Jordbruksverket 1996).

Vid dimensionering är det viktigt att man räknar på kostnaden efter den nytta den gör i form av högre avkastning och mindre risk för skador på grödan. (Larsson et al. 2013).

Olika typer av ledningar

Vanligtvis används det plastledning som är gjord av korrugerad plast vid dränering. De vanligaste ledningarna är gjorda av antingen polyvinylklorid (PVC) eller polyeten (PE). Det är viktigt att man använder sig av material som är typgodkända enligt svensk standard för ändamålet. Det säkerställer att slangen har styvhet nog för att klara trycket från jorden ovanför. (Kvarnemo 1983).

För jordar som är extra slammingsbenägna eller om det är blöta förhållanden vid utförandet av täckdikningen kan man använda sig av filterlindade rör. Ett exempel på filterlindade rör är kokosinlindade slangar. Detta fungerar som ett filter mellan slangen och jorden. Filtret leder in vatten från jorden till slitsarna i slangen. Fördelen med en filterlindad slang är att man inte behöver återfylla med grus. (Kvarnemo 1983). Kokosslangen har nackdelen att kokosen löses upp efter en tid i marken då det är ett organiskt material och förmågan att filtrera avtar med åren. Det finns också slang där riven plast utgör filtret. Den rivna plasten är lindad runt slangen på liknande sätt som kokosen, men den har betydligt längre hållbarhet jämfört med kokoslindningen. (Stensson. pers. medd. 2018).

Maskinval vid täckdikning

De maskiner som används idag för anläggning av ett täckdikningssystem är täckdikningsplog, kedjegrävare, grävhyvel och vanlig grävmaskin. (Anon 2017).

En täckdikningsplog gör ett slutet schakt som inte behöver återfyllas. Den utför alla moment i en systemtäckdikning i ett drag såsom grävning, läggning av slang och filter. Den är okänslig för sten och har en hög kapacitet. Under arbetet används en filterklädd slang eller en grusvagn som kontinuerligt går bredvid maskinen och fyller på med filtergrus. Antingen dras plogen med en påkopplad maskin som t.ex. en grävmaskin eller en större jordbrukstraktor. Det finns även självgående maskiner i olika utföranden. Det negativa med täckdikningsplogen är att det är svårt att hitta befintliga ledningar och möjligheten till att blanda in stukturkalk i återfyllningen är liten. (Anon 2017).

Vid systemtäckdikning med en kedjegrävare lämnar maskinen ett öppet schakt där slang och filter placeras. Självgående kedjegrävare har ofta en grusficka där filtret läggs. Kedjegrävare som kopplas på en traktor saknar ofta den funktionen. Självgående maskiner har då ofta en högre kapacitet än bogserad kedjegrävare. Det öppna schaktet ger en möjlighet att koppla på befintliga ledningar på den nya ledningen och det ger en god översikt över ledningen. Möjligheten till att blanda in stukturkalk i återfyllningen är god eftersom allt material lämnas bredvid schaktet. Dock blir efterarbetet mer omfattande med kedjegrävare jämfört med täckdikningsplog. Kedjegrävaren är mer känslig för sten, vilket gör att kedjegrävare bör undvikas i stenrika marker. (Anon 2017).

Grävhyvel fungerar på liknande vis som kedjegrävare, men nyttillverkas inte idag och är väldigt ovanliga. De används mest på mindre arbeten där massorna kan läggas en bit ifrån schaktet. Känsligheten för sten är densamma som med kedjegrävare. (Anon 2017).

Vid arbeten med kompletteringsdikning används ofta en vanlig grävmaskin. Den är lättillgänglig och inte stenkänslig. Grävmaskin används vid anslutning till större stamledningar och kopplingsbrunnar. Systemtäckdikning med grävmaskin ställer stora krav

på precisionen i höjddled för att ledningen ska få rätt fall. Det blir också större mängd jord till återfyllningen och tidsåtgången är högre. (Anon 2017).

Kringfyllnadsmaterial

Kringfyllnadsmaterialet har två huvudsakliga uppgifter, dels att stabilisera ledningen och dels att underlätta för vattenintaget i ledningen. Normalt används det grus för att återtäcka ledningen, men även ibland sågspån. (Kvarnemo 1983).

Grus fungerar som ett filter där partiklar samlas upp i gruset för att kunna undvika att ledningen slammar igen. Många gånger räcker det med att lägga ett 2–3 centimeter tjockt lager ovanpå ledningen för att uppnå en god effekt. Att lägga ett tjockt lager grus ända upp till matjorden anses ha god effekt för genomsläppligheten men detta blir en dyr investering att göra och många gånger täcker inte nyttan upp för kostnaden vid en sådanläggning. Kornstorleken på gruset bör anpassas efter jordarten i fältet, jordar med finare partiklar t.ex. lerjordar kräver ett finare grus, medan jordar med grövre partiklar t.ex. sand kan det läggas ett grövre grus. (Håkansson 1989).

Sågspån används som ett alternativ på jordar som har stor risk för att bilda järnutfällningar och på styva lerjordar. Ett tjockt lager av grovt sågspån ca 20 centimeter djupt skapar ett område i marken som skapar sättningar med tiden när det förmultnar. Detta främjar rörelse och sprickbildningen i jorden och gör jorden mer lätt genomsläpplig. Att lägga sågspån har god effekt under de första åren, men efter ett tag förmultnar sågspånet och effekten avtar. Kostnaden för att lägga sågspån blir något högre än vad det blir med grus som filtermaterial. (Kvarnemo 1983).

Andra strukturförbättrande åtgärder speciellt på styva lerjordar är att återfylla med inblandning av bränd kalk. Den brända kalken bidrar till en bättre struktur över ledningen och gör jorden mer lättgenomsläpplig. Att låta schaktet ligga och torka ett par dagar anses även som en god åtgärd för att öka genomsläppligheten. Leran i sidorna av schaktet spricker då upp och vatten kan lättare tränga ner till ledningen. Dessa två metoder förutsätter att man inte använder sig av grävfri dränering. Det vill säga att man inte dränerar med täckdikningsplog. (Kvarnemo 1983).

Ytvattenintag

För att kunna ta emot stora mängder vatten på kort tid kan man lägga grussilar över sugledningen. Det är främst på jordar i kuperad terräng där grussilar förekommer. Silarna läggs i svackor eller där terrängen bryter för att fånga upp det vatten som rinner på ytan. Silarna består av grusfilter som läggs ovanpå slangen och vertikalt uppåt så att den tränger igenom plogsulan och kan dränera undan vatten fort från ytan. (Eriksson 1973). Är det större svackor (mer än 1 hektar) som man avser att leda bort ytvatten ifrån kan det vara lönsamt att sätta brunnar. De översta ringarna i brunnen bör vara med hål i för att underlätta för vattnet att rinna ner i brunnen. Runt om ringen bör det läggas knytnäves stora stenar för att underlätta för vattnet att rinna ner i röret. Finns det flera stamledningar kan det vara positivt att kunna koppla samman dem i en brunn då det blir enkelt att inspektera så att det kommer flöde ur alla ledningar. Att ha en brunn ger även goda möjligheter för att kunna få slam i dräneringsvattnet att sedimentera. Brunnen bör då vara djupare än vad in-och utlopp är. Då minskar vattnets hastighet och slammet sedimenterar då på botten och man kan rensa upp det ur brunnen. (Kvarnemo 1983).

Reglerbar dränering

Reglerbar dränering är ett system för att kunna minska på mängden fosfor och kväve som urlakas från marken. (Hoffman 2015). Tanken är att ledningarna ständigt skall vara fyllda med vatten och vattennivån kan styras i en brunn. Reglerbar dränering ställer vissa krav för att kunna tillämpas. Fälten skall gärna ha små nivåskillnader och ledningarna ska kunna läggas relativt djupt, helst på en meters djup eller djupare. För att kunna reglera ett så stort område som möjligt från samma brunn krävs det att ledningarna ligger med litet fall. Att ha en dränering där man kan hålla ledningarna vattenfyllda har även bra effekt mot järnutfällningar då syre inte kommer in och kan reagera med järnet i samma omfattning. (Berglund, Huhtasaari & Ingevall 1984).

Problem som kan uppstå

Rost

I jordar som innehåller mycket järn kan järnutfällningar förekomma. Dessa kallas för rost. Vanligast är det på lättare jordar som mo- och sandjordar. Järn, syre och rostbakterier reagerar. Efter en tid bildas det rostutfällningar. (Saavalainen 1987). Det är en biologisk-kemisk oxidationsprocess som sker. Slutprodukten av denna process bildar järnhydroxid, ett ämne som från början är en stor slemmig massa i ledningarna och dess närhet, se figur 2. Efterhand som ledningarna torkar upp under sommarhalvåret torkar denna slemmiga massa till en hård kaka eller beläggning som i vissa fall kan totalblockera ledningen. (Kvarnemo 1983).



Figur 2. Rostutfällning från dränering vid ett utlopp. Foto: Henrik Pålsson

Problemet med rost i ledningar är vanligtvis mest förekommande i lättare jordar och mulljordar. En ökande riskfaktor är ledningar som ligger djupt. Därför är det viktigt att vid projekteringen ta reda på vilket djup i marken den stora mängden järn finns. Att lägga ledningarna enstaka decimetern över den nivån i marken järnet finns hjälper för att minska den mängden rost som fälls ut i ledningarna. (Berglund, Huhtasaari & Ingevall 1984).

Vid dikning på jordar som är känsliga för rost bör man lägga en ledning som är dimensionerad för 50 % mer flöde än vad man hade gjort på en jord utan risk för rost. Att

sätta ytvattenbrunnar är en förebyggande åtgärd för att enkelt kunna komma åt att spola ledningarna från rost. (Saavalainen 1987). Att lägga utloppen från dräneringen under vattenytan är en annan åtgärd för att minska mängden rostutfällningar. Syre kan inte i samma mån ta sig in i systemet och reagera vilket minskar mängden utfällningar. Att lägga rikligt med täckningsmaterial minskar förekomsten av rostutfällningar. Att lägga ett tjockt lager av grus eller allra helst sågspån skapar ett poröst område där reaktionen kan ske, vilket förhindrar att det stoppar inuti ledningarna. (Kvarnemo 1983).

Sättningar av ledning

Om dräneringen görs under väldigt blöta förhållanden kan det vara svårt att hålla ett jämnt djup med avsett fall på ledningarna. Jordar med grus eller sand i botten där ledningen läggs är de jordar som är mest känsliga för sättningar. Dessa sättningar gör att det är större risk för ledningar att slamma igen. Finns det en torr lerbotten som man lägger ledningen på är det ett mycket stabilare material eftersom ledningen ligger stilla på en hård botten. Som regel så har dränering som ligger i en lerjord längre livstid än vad dräneringen som ligger i en lättare jord har. (Åkesson. pers. medd. 2018).

Slammning

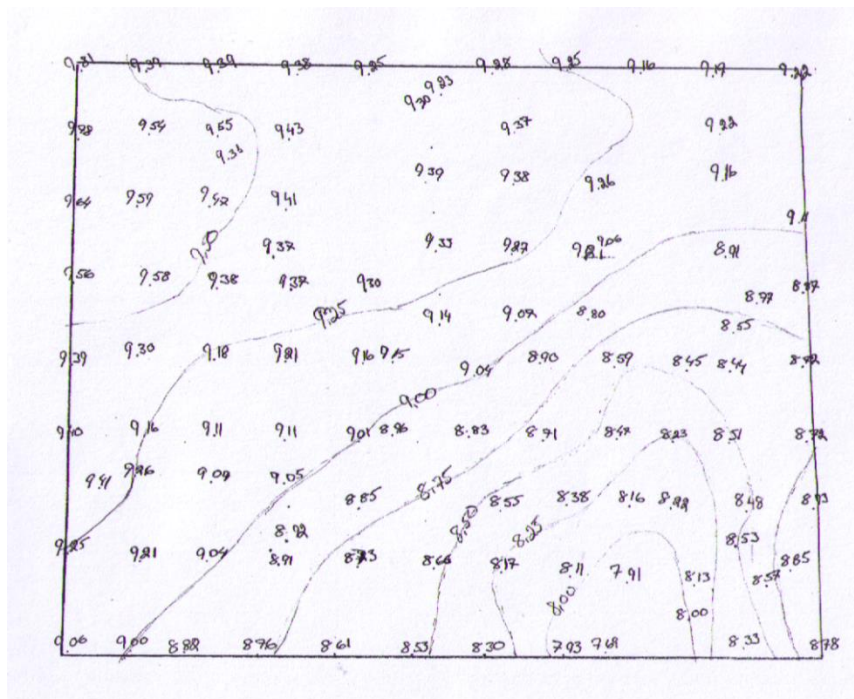
Jordar som riskerar att slamma igen är ofta lättar jordar. Dessa är oftast finmo och mjäla då deras aggregat är lättupplösta och har flytjordsegenskaper. Partiklarna flyter iväg och sedimenterar i ledningarna vilket i slutändan bildar ett stopp i ledningen. Detta problem blir större om ledningen inte ligger med ett jämnt fall. Det gör att vattnet passerar med olika hastigheter i ledningen och där vattnet rinner långsamt samlas det lätt upp mycket partiklar. (Kvarnemo 1983).

Material och metod

Litteraturstudien består av information som vi sökt och sammanställt från böcker, rapporter och internetsidor. Vi har även varit i kontakt med täckdikningsentreprenörer och andra kunniga inom området när litteraturen inte har kunnat ge svar på våra frågor. Utifrån denna studie har vi sedan kunnat besvara våran frågeställning.

Denna information gjorde att vi valde att utforma en studie efter tre olika jordarter och förhållanden. Genomförandet gick ut på att dimensionera och räkna på vad kostnaden per hektar blev. De olika systemen vi har valt representerar jordarter från större delen av Sveriges brukade areal. Det vill säga att det går att applicera dessa beräkningar på de flesta jordarter i Sverige.

Studien har utgått ifrån ett befintligt fält (se figur 3) med styv lera som har en systemtäckdikning med ett ledningsavstånd på 12 meter. Det har även tagits fram två andra varianter för att dimensionera en systemtäckdikning som passar in på två andra typer av jordarter. De jordarter som har behandlats i studien är styv lera, finmo och en lätt lera som har stor risk för att bilda järnutfällningar. På samtliga tre fält har det sedan räknats på vad kostnaderna kommer att bli vid en anpassad systemtäckdikning efter förutsättningarna i marken. Det som skiljer de tre olika fälten är avståndet mellan ledningar och valet av täckmaterial över ledningarna. Utifrån detta har det gjorts kalkyler på vad kostnaden per hektar kommer att bli för varje jordart och hur det skiljer sig åt. För att kunna jämföra de olika systemen har det använts samma typ av maskin för arbetet. Maskinen är en kedjegrävare som ger möjligheten att återfylla med olika typer av filtermaterial.



Figur 3. Karta över fältet där höjdskillnaden angivits.

På den styva lerjorden valde vi att lägga sugledningarna på 12 meters avstånd och täckning med 5 centimeter grus. Anledningen till att vi valde 12 meters avstånd är att en lerjord inte har

lika bra genomsläpplighet som en lättare jord och därför behöver sugledningarna läggas tätare. För jorden med finmo räknades det med ett avstånd på 20 meter mellan sugledningarna och även där ett filter av grus som är 5 centimeter tjockt. En finmojord har en hög genomsläpplighet och klarar sig bra på större avstånd mellan ledningarna. Det sista varianten är en jord med stor risk för rost. Därför räknades med ett avstånd mellan sugledningarna på 16 meter och ett 20 centimeter tjockt lager av sågspån som filtermaterial. Denna jord har en relativt hög genomsläpplighet där ledningarna klarar av att läggas med större avstånd. De olika systemen hade samma dimensioner och lika långa stamledningar, vilket gjorde att det var längden på sugledningarna, antal inkopplingar och mängden filtermaterial som skiljde dem från varandra. Utifrån detta har vi sedan kunnat räkna fram kostnaden per hektar för de tre olika varianterna.

För att visa nyttan med en väl fungerande dränering har det gjorts antagande för hur stor intäktsökning per hektar det går att räkna med vid en väl fungerande dränering jämfört en undermålig dränering.

- Det går att anta att tidigare sådd och minskad markpackning ger en ökad inkomst på 1050 kr/hektar.
- En friare växtföljd ger 300 kr/hektar.
- Minskad tidsåtgång vid körslor 600 kr/hektar.
- Minskad ogräsbekämpning 150 kr/hektar

Dessa faktorer tillsammans ger en ökad årlig intäkt på 2100 kr/hektar. (Malm 2017).

Utifrån denna intäktsökning har det gjorts kalkyler som visar vilken avskrivningstid det går att räkna med på de olika systemen. I kalkylerna har det räknats med en årlig kalkylränta på 5 % och årlig underhållskostnad på 1 % av investeringen.

Kostnaderna för maskin (kedjegrävare) och grus fick vi efter samtal med täckdikningsentreprenören Bo Åkesson. I maskinkostnaden ingår allt utom kostnaden för slang, grus och kopplingar. Grusåtgång och pris på grus fick vi också från Åkesson (2018) och efter hans uppgifter har vi räknat på vad det blir för kostnad i kronor per löpmeter. Kostnad för uppstart av ett projekt är ett fast pris på 6000 kr som Åkesson (2018) använder. Kostnader för slang och kopplingar fick vi från Stensson (2018). Priserna på slang stämmer överens med vad täckdikningsentreprenörerna köper in sin slang för. För projektering i form av en täckdikningskarta ligger kostnaden för detta enligt Malm (2017) mellan 1300 och 2000 kr/ha. I kalkylerna har vi valt att räkna efter en kostnad på 1800 kr/ha. I fallet där vi valde sågspån som filtermaterial hörde vi av oss till Gyllebo (2018) som gav oss ett pris på 90 kr/m³. Den mängd sågspån som går åt till projektet är grundad på att det läggs ett 20 cm tjockt lager med spån ovanpå sugledningen. Transportkostnaden för grus och sågspån är grundad på en åkeritaxa som Bergfors et al. (2017) använder sig av i sina kalkyler.

Filterbekladda slangar var något vi valde bort för att entreprenörerna vi var i kontakt med ansåg att detta enbart var en nödlösning. De ansåg att den filterbekladda slangen användes under svåra förhållanden då det var för blött ute i fält för att kunna komma ut med grusvagn och fylla på med filter. I utlandet används ofta filterbekladd slang då tillgången på grus till ett rimligt pris är begränsad. Därför blir den filterbekladda slangen ett billigare alternativ i utlandet. I Sverige finns inte problemet i samma utsträckning, därför valde vi att inte räkna på en filterbekladd slang i denna studie.

Vi har inte tagit någon hänsyn till de extra kostnader som kan uppkomma om det finns stora mängder sten eller många ledningar som behöver korsas då det kan vara väldigt varierande från fält till fält. Det har inte heller tagits någon hänsyn till behov av att lägga några grussilar för att ta hand om ytvatten då det kan vara varierande behov med olika typer av terräng i fälten.

Resultat

I resultatdelen redovisas framräknade uppgifter på åtgång av ledning vid de tre olika exempeljordarna. Det redovisas även vad det kommer att kosta att dränera de tre olika exemplen per hektar och vad det går att räkna med för avskrivningstid.

Med ett system med 12 meter mellan sugledningarna på styv lera hamnade den totala kostnaden per hektar på 28 092 kronor enligt beräkningarna, se tabell 1. Priset per löpmeter grävning och per meter slang är konstanta och således en svår faktor att påverka.

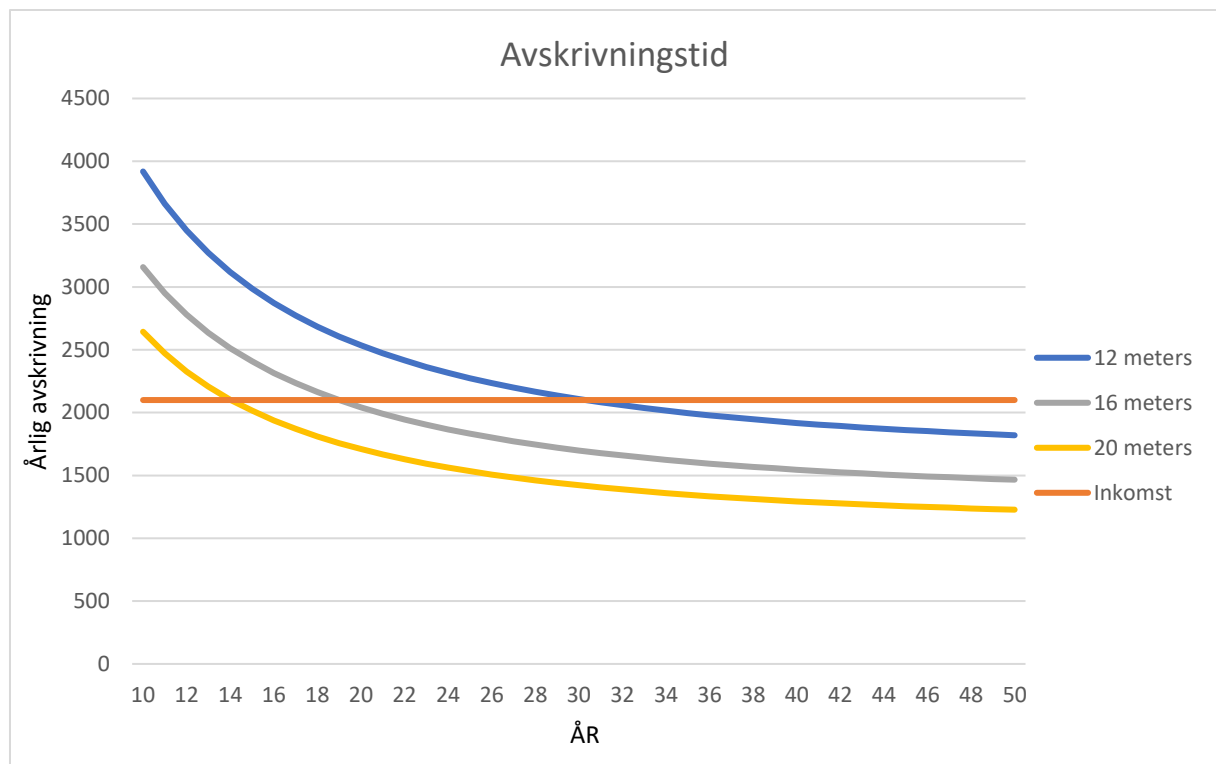
Systemet med 16 meter mellan sugledningarna på lätt lera gav en kostnad på 22 637 kronor per hektar, se tabell 1. Det som avviker i denna beräkning utifrån de två andra är filtermaterialet som används. På de två andra jordarna där man inte gjorde någon åtgärd för att motverka rost används grus som filtermaterial, medan det i detta fall lades sågspån. Att lägga grus gav ett pris på 3,12 kronor per meter för filtermaterialet. I detta alternativ där vi valt att lägga sågspån hamnar filtermaterialet på 4,5 kronor per löpmeter. Detta gör att det blir en merkostnad för dräneringen för att anpassa sig efter risken för rost i sugledningarna.

Ett system med 20 meter mellan sugledningarna på finmo gav en kostnad på 18 950 kronor per hektar se tabell 1. Det lägre priset kommer främst av att det blir färre löpmeter nedlagd sugledning då det inte bli lika många löpmeter per hektar. Priset blir även minskat på grund av att det blir färre inkopplingar för att täcka in samma areal.

Tabell 1. Sammanställning av data för de olika dräneringssystemen p de tre platserna. Se bilaga 1, 2 och 3 för beräkningar

System	12 meterssystem	16 meterssystem	20 meterssystem
Sugledning 58/50	3464 meter	2496 meter	1976 meter
Stamledning 58/50	84 meter	84 meter	84 meter
Stamledning 92/80	230 meter	230 meter	230 meter
Stamledning 128/113	110 meter	110 meter	110 meter
Total meter ledning	3888 meter	3888 meter	3888 meter
Kostnad kr/ha	28093 kr/ha	22637 kr/ha	18950 kr/ha

Genom antagandet med en intäktsökning på 2100 kr/hektar vid en väl fungerande dränering har det gjorts kalkyler som visar hur lång avskrivningstid det blir om hela intäktsökningen används till avskrivningen. På 12 metersystemet går det att skriva av en nydränering på 30 år, 16 metersystemet går att skriva av på 19 år och 20 metersystemet går att skriva av på 14 år, se figur 4.



Figur 4. Avskrivningstidens längd för att uppnå lönsamhet för dräneringssystem med olika avstånd mellan sugledningarna. 12 meter (styv lera), 16 meter (lätt lera) 20 meter (finmo).

Diskussion

Från början var tanken med arbetet att det skulle göras en undersökning på hur kostnaderna skiljer för vilket maskinval man gör vid täckdikning på en given jordart. Efterhand som arbetet fortsatte insåg vi att det inte skulle bli några större skillnader för maskinvalet vid täckdikning, då kostnaden inte varierade speciellt mycket mellan kedjegrävare och dräneringsplog. Det fanns heller inga större möjligheter att utforma dräneringen på en vald jord på något annorlunda sätt, då det är relativt begränsat hur man kan utföra dräneringen för att få den fungerande till en rimlig kostnad.

Det som vi såg var mest avgörande för vad som styr kostnaden för en nydränering är vilket ledningsavstånd man väljer att lägga dräneringen på. Andra metoder spelade inte särskilt stor roll för den slutgiltiga kostnaden per hektar. Under tiden vi skrev litteraturstudien började vi inse att det som spelar absolut störst roll för vad kostnaden per hektar blir är vilken jordart man dränerar. Vi började inse att det var jordarten som var den mest intressanta att undersöka och vilka krav som bör ställas vid en systemtäckdikning. En styvare jord ställer ett högre krav på avståndet jämfört med vad en lättare jord gör och därför valde vi att jämföra dessa. En annan påverkande faktor är den förmåga marken har att slamma igen eller att bilda rost i dräneringsrören. Därför valde vi att ta ett exempel på en jord som har en stor risk för rostutfällningar. I denna mark valde vi att räkna med att man använder sig av sågspån istället för grus som filtermaterial. Vi tyckte att sågspån var en intressant lösning som går att applicera på alla gårdar.

Vi kunde även tagit upp reglerbar dränering som en alternativ lösning till rostproblemet, men då det inte är helt enkelt att utforma en reglerbar dränering på alla gårdar med tanke på hur terrängen ser ut, så valde vi att inte ta med detta som en åtgärd i vår studie.

Som svar på frågeställningen hur man skall anpassa dräneringen på en given jordart är jordens förmåga att släppa igenom vatten den mest avgörande faktorn gällande att få fälten att torka upp. En styvare lerjord har inte alls samma genomsläpplighet som en sandjord och därför bör ledningarna på en lerjord ligga betydligt tätare i jämförelse med en sandjord. I en jord som har stor risk för rostutfällningar bör man utföra lite extra åtgärder, till exempel att täcka med sågspån. Detta påverkar främst dräneringens livslängd och minskar behovet av underhåll. Att göra denna åtgärd påverkar inte dräneringens funktion att leda undan vatten. Det skapar dock en merkostnad att göra denna åtgärd, men kan ändå ses som en investering för att minska kostnaden för underhåll av dräneringen i framtiden.

Det spelar en stor roll vilket spannmålspris man valt att räkna med i kalkylerna. Ett högt spannmålspris gör att täckningsbidraget ökar avsevärt och kalkylerna närmar sig de siffror som nämnts som en ökad intäkt med en fungerande dränering. Det är svårt att väga in någon siffra för vad den längre växtodlingssäsongen får för värde i kalkylerna. Detta kan vara individuellt på gårdsnivå om man brukar en större enhet eller en mindre. Den längre växtodlingssäsongen spelar större roll för den som driver en stor enhet jämfört med den som inte gör det.

Antagandet att man ska se en ökad intäkt på 2100 kr/hektar kan ses rimligt. Det är förmodligen inte alla år det går att se denna ökade intäkt eftersom spannmålspris och väder kan vara väldigt varierande. Det är även individuellt på gårdsnivå hur olika jordarter svarar på en nydränering, vilket speglar intäktsökningen. För att få en klar bild över hur stor effekten

från en fungerande täckdikning är hade man velat se försöksdata från långliggande försök för att få en klar bild över hur lönsamheten ser ut.

Gällande kalkylerna för täckdikning som gjorts för de tre olika jordarterna är resultatet med kostnaden per hektar relevant. När vi varit i kontakt med täckdikningsentreprenörer är det ungefär samma kostnad per hektar vi kommit fram till som de angivit vad slutpriset för ett projekt brukar kunna hamna kring. Det skiljer endast några hundra kronor jämfört med vad de angivit för kostnad.

Det alternativet där vi räknat med att täcka med sågspån är det som kan antas vara det mest oklara resultatet, då det varit svårt att uppskatta den extra kostnaden som orsakas av merarbetet det krävs med hanteringen av spån.

Slutsats

Vår slutsats i detta arbete är att:

- Jordarten har stor påverkan hur man projekterar ett dräneringssystem. Den mest avgörande faktorn är hur stor genomsläpplighet jorden har för vatten. Med en mer genomsläpplig jord desto större avstånd kan man lägga mellan sugledningarna.
- Störst betydelse för hur mycket det kostar att dränera ett fält är vilket ledningsavstånd man väljer. Maskinvalet vidläggningen av dräneringen har ingen större betydelse, men valet av filtermaterial och hur mycket filter man lägger kan göra att kostnaden varierar.
- Enligt vår studie är ett 12 metersystem på styv lera betalt efter 30 år, ett 16 metersystem på lätt lera är betalt efter 19 år och ett 20 metersystem på finmo är betalt efter 14 år. Beräkningarna är gjorda efter ett antagande på en intäktsökning för skörden på 2100 kr/ha och år, efter att dräneringen genomförts.

Referenser

Aalborg Nielsen, J. (2015). *Dansk markdraeningsguide*. [Broschyr]. Aarhus N: Seges.

Anon. (2017). *Maskinval för täckdikningen*. [Broschyr]. Alnarp: Greppa Näringen.

Bergfors, I., Eriksson, J., Gustavsson, S., Haglund, K., Henningsson, I., Larsson, N., Lundberg, A., Pettersson, P., Pålsson, A., Åkesson, E., Åkesson, M. (2017). *Produktionsgrenskalkyler för växtodling*. Skåne, Halland, Kalmar-Kronoberg-Blekinge: Hushållningssällskapet.

Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. (1975). *Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord*. Stenciltryck, nr 87. Uppsala: Institutionen för markvetenskap avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Tillgängligt: https://pub.epsilon.slu.se/5635/1/hakansson_a_et_al_110303.pdf [2018-04-21].

Berglund, G., Huhtasaari, C. & Ingevall A (1984). *Dränering av jordar med rostproblem*. Rapport nr 138. Uppsala: Institutionen för markvetenskap avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Tillgänglig: Alnarps bibliotek

Bondevennen BA. (2013). *Drenering, Teori og praksis*. [Broschyr]. Stavanger: Bondevennen BA.

Eriksson, J. (1973). *Undersökning av olika typer av filter vid dränering*. Stenciltryck, nr 64. Uppsala: Institutionen för markvetenskap avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Tillgängligt: https://pub.epsilon.slu.se/5756/1/eriksson_j_110505.pdf [2018-04-21].

Eriksson, J., Dahlin, Sigrun., Nilsson, I. & Simonsson, M. (2014). *Marklära*. 1:3. uppl. Lund: Studentlitteratur AB.

Greppa Näringen (2013). *Ekonomi i miljöåtgärder på en växtodlingsgård*. [Broschyr]. Greppa Näringen. Tillgänglig: http://www.greppa.nu/download/18.37e9ac46144f41921cd1d81d/1403076624751/Har_du_ra_knat_Vaxtodlingsgard.pdf [2018-05-03].

Grönvall, A. (2016). *Dränering av jordbruksmark 2016*. Statens Jordbruksverk, JO 41 SM 1701. Tillgänglig: http://www.scb.se/contentassets/810ce08bb6504099ba0798e3e149bfde/jo0112_2016a01_sm_jo41sm1701.pdf [2018-04-22].

Hoffman, M. (2015). *Reglerbar dränering fungerar*. Greppa Näringen 2015. Tillgänglig: <http://www.greppa.nu/arkiv/nyhetsarkiv/2015-06-03-reglerbar-dranering-fungerar.html> [2018-04-24].

Håkansson, A. (1989). *Filtermaterial för dränering*. Avdelningsmeddelande, 86:9. Uppsala: Institutionen för markvetenskap avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Tillgängligt: https://pub.epsilon.slu.se/5117/1/hakansson_a_100916.pdf [2018-04-24].

Jordbruksverket. (1996). *Läggningsanvisningar för jordbruks-och vägdränning*. [Broschyr]. Jönköping: Jordbruksverket. Tillgänglig: <http://www2.jordbruksverket.se/download/18.295b2341134f64e5d62800015/1370097194176/L%C3%A4ggningsanvisningar%20jordbruks-%20och%20v%C3%A4gdr%C3%A4nering.pdf> [2018-04-23].

Kvarnemo, L. (1983). *Täckdikning praktiskt lantbruk 41*. Helsingborg: LT:s förlag.

Larsson, T., de Maré, L., Lindmark, P., Rangsjö, C. & Johansson, T. (2013). *Jordbrukets markavvattningsanläggningar i ett nytt klimat*. Jönköping: Jordbruksverket (Jordbruksverkets Rapport, 2013:14). Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra13_14.pdf [2018-04-20].

Malm, P. (2017). *Är det lönsamt att täckdika?* [Broschyr]. Nässjö: Greppa Näringen.

Saavalainen, J. (1987). *Täckdikarens handbok del 2A Täckdikningens planering*. Helsingfors.

Täckdikningsföreningen rf. (2015). *Åkertäckdikning*. [Broschyr]. Helsingborg: Täckdikningsföreningen rf. Tillgänglig: http://www.salaojayhdistys.fi/pdf/Peltosalaojitus_10_2015_sv.pdf [2018-04-21].

Icke publicerat material:

Jöers Carina. Gyllebo Träteknik Österlen. Telefon. [2018-05-03].

Malm Peter. Vattenrådgivare. Hushållningssällskapet Skåne. E-post. [2018-04-25].

Stensson Jimmy. Jordbruksdränning. Linnabäcken Spedition AB Falköping. Telefon. [2018-05-02].

Åkesson Bo. Täckdikningsentepenör. Tunbyholms gräv & schakt AB Kivik. E-post och telefon. [2018-04-26].

Bilagor

Bilaga 1

Exempel 1, Lerjord med 12meters dikesavstånd

Arela	4,41 hektar		
Täckdikningskarta	Hektar	kr/hektar	Kostnad
karta	4,41	1800	7938
			0
Grävning	Meter	Pris kr/meter	Kostnad
Kedjegrävare	3888	16	62208
Ledningar	Meter	Pris kr/meter	Kostnad
58/50	3548	6,5	23062
92/80	230	16,2	3726
128/113	110	23	2530
Kopplingar	St	Pris kr/st	Kostnad
58/50 -> 128/113	8	72	576
58/50 -> 92/80	15	61,6	924
58/50 -> 58/50	4	51,2	204,8
Grus	Meter	Pris kr/meter	Kostnad
Drän grus. 2-8	3888	3,125	12150
Transport grus	ton	pris kr/ton	
transport 25 km	97,2	47	4568,4
Fast kostnad uppstart			6000
Totalkostnad			123887,2
Kostnad/hektar			28092

Omarbetat efter: Bo Åkesson Tunbyholms gräv & schakt och Jimmy Stensson Linnabäckens Spedition.

Bilaga 2

Exempel 2, Lättmoig jord med 20meters dikesavstånd

Arela	4,41 hektar		
Täckdikningskarta	Hektar	kr/hektar	Kostnad
karta	4,41	1800	7938
Grävning	Meter	Pris kr/meter	Kostnad
Kedjegrävare	2400	16	38400
Ledningar	Meter	Pris kr/meter	Kostnad
58/50	2100	6,5	13650
92/80	230	16,2	3726
128/113	110	23	2530
Kopplingar	St	Pris kr/st	Kostnad
58/50 -> 128/113	5	72	360
58/50 -> 92/80	8	61,6	492,8
58/50 -> 58/50	3	51,2	153,6
Grus	Meter	Pris kr/meter	Kostnad
Drän grus. 2-8	2400	3,125	7500
Transport grus	ton	pris kr/ton	
transport 25 km	60	47	2820
Fast kostnad uppstart			6000
Totalkostnad	83570,4		
Kostnad/hektar	18950		

Omarbetat efter: Bo Åkesson Tunbyholms gräv & schakt och Jimmy Stensson Linnabäckens spedition.

Bilaga 3

Exempel 3, Lätt jord med stor risk för järnutfällningar 16 meter dikesavstånd

Arela	4,41 hektar		
Täckdikningskarta	hektar	kr/hektar	Kostnad
karta	4,41	1800	7938
Grävning	Meter	Pris kr/meter	Kostnad
Kedjegrävare	2920	16	46720
Ledningar	Meter	Pris kr/meter	Kostnad
58/50	2580	6,5	16770
92/80	230	16,2	3726
128/113	110	23	2530
Kopplingar	St	Pris kr/st	Kostnad
58/50 -> 128/113	6	72	432
58/50 -> 92/80	10	61,6	616
58/50 -> 58/50	4	51,2	204,8
Sågspån	Meter	Pris kr/meter	Kostnad
Spån	2920	4,5	13140
Transport spån	m3	pris kr/m3	
transport 25 km	146	12	1752
Fast kostnad uppstart			6000
Totalkostnad			99828,8
Kostnad/hektar			22637

Omarbetat efter: Bo Åkesson Tunbyholms gräv & schakt, Jimmy Stensson Linnabäckens spedition och Carina Jöers Gyllebo träteknik.